

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 55-046712
(43)Date of publication of application : 02.04.1980

(51)Int.Cl. G02B 27/17
G01B 11/02

(21)Application number : 53-119137
(22)Date of filing : 29.09.1978

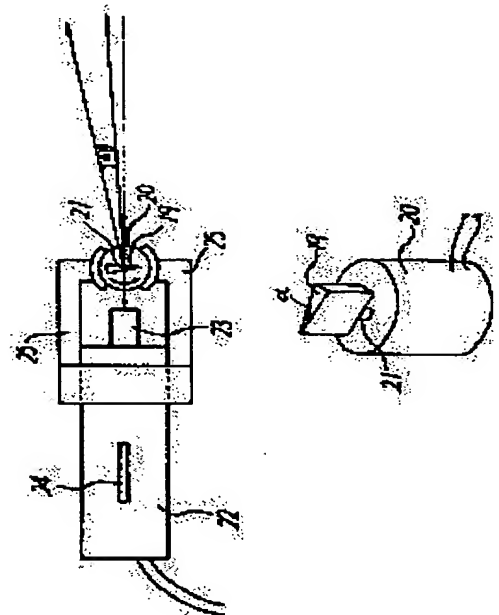
(71)Applicant : NIPPON KOKAN KK <NKK>
(72)Inventor : MARUYAMA ATSUSHI
AOKI AKIO
UNISHI HIROYUKI

(54) SCANNER OF LASER BEAM

(57)Abstract:

PURPOSE: To make possible scanning at minute angles and with good accuracy by using a wedge-form rotating prism of a small vertex angle.

CONSTITUTION: A prism 19 made of wedge-form transparent glass or plastic of a small vertex angle α is mounted to the revolving shaft 21 of a rotating device 20 such as rotary solenoid or motor and is supported by a supporting ram 25 in the state where it is opposed to a laser oscillator 22. Then, when the laser beam oscillated from the laser oscillator 22 enters the prism 19 through a collimator 23 and the prism 19 is reciprocated at a fixed angle, then the laser beam is scanned according to the rotating angle thereof and the minute angles are scanned with high accuracy because the relation between the rotating angle of the prism 19 and the swing angle of the laser beam associates to the vertex angle α of the prism 19.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

⑬ 日本国特許庁 (JP) ⑭ 特許出願公開
 ⑯ 公開特許公報 (A) 昭55—46712

① Int. Cl.³
 G 02 B 27/17
 G 01 B 11/02

識別記号

庁内整理番号
 7448—2H
 6923—2F

② 公開 昭和55年(1980)4月2日

発明の数 1
 審査請求 未請求

(全 7 頁)

① レーザビームの走査装置

② 特 願 昭53—119137
 ③ 出 願 昭53(1978)9月29日
 ④ 発 明 者 丸山温
 津市神戸154番地
 ⑤ 発 明 者 青木昭雄

津市神戸154番地
 ⑥ 発 明 者 卯西裕之
 久居市野村町372—180
 ⑦ 出 願 人 日本鋼管株式会社
 東京都千代田区丸の内1丁目1
 番2号
 ⑧ 代 理 人 弁理士 潮谷奈津夫 外1名

明 細 書

の 記 述

1. 発明の名称

レーザビームの走査装置

2. 特許請求の範囲

(1) 頂角の小さい楔状の回転するプリズムを、レーザ発振器と対向してレーザビームが透過可能な如く配置し、前記プリズムの回転によつて、レーザビームとプリズムとの相対角度を変化させることによりレーザビームを走査するようにしたことを特徴とするレーザビームの走査装置。

(2) 頂角の小さい楔状の複数のプリズムが、回転する中心軸の周囲に放射状に取り付けられていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレーザビームの走査装置。

(3) 頂角の小さい楔状の回転する複数のプリズムが、真空容器内に収容されていることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載のレーザビーム

3. 発明の詳細な説明

この発明は、レーザビームを平面内において所定の走査させるレーザビームの走査装置に関するものである。

レーザビームは、その直進性と集束の強さとか、各種の用途に利用され効果を挙げているが、従来の装置では、その使用条件が劣悪な場合や、微小角を走査するような場合等において、安定し且つ精確良く走査することができにくい点に問題があった。

例えば、図1図に概略正面図で示されるような、支柱2、2'間の距離が700m、支柱2、2'の幅員四角からの高さが130mもある長大目標に於けるメインテナンスのサグ(たるみ)を計測するのに、最近レーザビームが使用されている。即ち、サグの計測に於ては、メインテナンスを支えている2本の支柱2、2'の、一方の支柱2にレーザ発振器3を、他方の支柱2'に光点位置検出

JP,55-046712,A

☒ STANDARD ☐ ZOOM-UP ROTATION ☐ No Rotation ☒ REVERSAL

RELOAD

PREVIOUS PAGE

NEXT PAGE

器4を抜けるとともに、メインケーブル1のサグ測定位置から、その直下方の前記レーザ発振器3から発射されるレーザビーム透過位置付近に、中間光点位置検出器5を吊下げ、レーザ発振器3から発射されるレーザビームを、前記光点位置検出器4、5でほぼ同時に受光させ、前記受光時点での前記発振器3のレーザ光発射位置と、前記光点位置検出器4、5のレーザビーム入射位置との関係から、図面図6よりメインケーブル1のサグ測定位置までの高さを算出することにより行なわれている。

上記のようにサグ計測においては、レーザビームを水平面内で扇状に広げるか、または扇状に走査させる必要がある。この場合、レーザ光の経路は、発光点におけるビームの面状と対比するため、扇形に広げるよりも、扇形に走査する方が幾何学的に有利であり、且つ走査によれば、レーザ光が扇形的に光点位置検出器に入射される結果、光チョッパーとしての役割を果たせしめることもできる。従つて、長大吊橋の如く計測距離の長い場

- 3 -

符図 55-46712 2
合には、レーザビームを扇状に走査する方が有利である。

レーザビームを扇状に走査する方法としては、一般に図2図に説明図で示されている如く、軸6を中心として回転するミラー7に、レーザ発振器から発射されるレーザビーム9を受け、前記ミラー7で既定角度を走査するものであり、その具体的な扇形走査としては、例えば次のような幾何学的ものが知られている。

(1) 可動コイル形ガルバノメータ

第3図に概略斜視図で示されているように、強力なマグネット10の磁界の中に、ランソムコンウェイ11で焼つた非常に薄い可動コイル12を用い、その図形断面に小さなミラー7を取りつけ、可動コイル12の回転によつて走査させる構造。

(2) 多面体回転形スキャナ

第4図に概略斜視図で示されているように、多面体の台座13の各々の面を、平面鏡14を張りつけ、セクタにより高速回転させることにより、レーザビーム9を所定平面鏡14に向て鏡の回転

- 4 -

に従つて走査させる構造。

(3) 可動鏡片形オプティカルスキャナ

第5図に横断面図、第6図に縦断面図で示されているように、駆動巻線15に電流を流さない状態で高導磁率磁性材料からなる回転子16を、左右1対の永久磁石17の磁力の中心に位置せしめ、高導磁率磁性材料からなる固定子18に、前記永久磁石17による一定方向の磁束21、22を流した状態で駆動巻線15に電流Iを流すことにより回転子16を回転させ、回転子16の軸上断面に張りつけられたミラー7により走査させる構造。

しかるに、上記の如き従来の走査装置は、いずれも反射鏡を一定の角度で振ることにより、レーザビームを走査する構造のため、入射角と反射角とは同一となり、長大吊橋の橋柱に取りつけた場合の如く、ミラーの振れ時にミラーの回転軸と垂直な軸のまわりの揺れがある場合には、ビームの走査面が大きく変化する欠点があった。更に、前記(1)の構造においては、ミラーの寸法に制限を受ける上、ベアリングを使用していないためミラ

- 5 -

ーのゆれも大きく機械的強度に不安があり、極めて微小角($\sim 0.1^\circ$)の走査の場合、走査の行きと帰りのヒステリシス(約0.08")が問題となり、例の構造においては、各ミラーの同一振動の揺れさや台座にミラーを張りつけるときに、高精度な平行度を要求される等から、非歪成コストが高くなる上、ミラーの寸法はビーム寸法より大きくしなければならぬため、寸法上の制約を受け最小角走査には不向きであり、また(2)の構造においては、前記(1)の場合と同様に極めて微小角の走査の場合に、走査の行きと帰りのヒステリシスが問題となり、また慣性モーメントとの関係からミラー寸法が大きくてよい時、多くの回転点を有していた。

上述の如き問題点を、前記した長大吊橋のサグ計測のように、光点位置検出器の反応速度との兼ね合いから、ビームの走査角を必要最小限とせし、微小角を相対よく走査させる場合に、致命的な欠陥となる。

従ち、一般にビームの走査角は、次のような式

- 6 -

により算出される。

$$\Delta\theta \leq \frac{1}{\alpha} \times \frac{\phi}{\sqrt{\lambda \times d}}$$

但し、 α : 受光時間 (sec) \geq 光検出器の応答時間

λ : チヨツピン光波長 (nm)

ϕ : ビーム径 (mm)

d : レーザビーム発射点から受光点までの距離 (mm)

$\Delta\theta$: 走査角 (rad)

そこで、前述したサグ計測の場合におけるビーム走査角の具体例を、上式に当てはめて算出すると、

$$1 \leq \alpha \times 10^{-5} \text{ sec}, \quad \alpha = 300 \text{ Hz},$$

$$\lambda = 30 \text{ nm}, \quad \phi = 7 \times 10^{-3} \text{ mm},$$

から、その走査角 $\Delta\theta$ は、 $0.163^\circ (0.00286 \text{ rad})$ となる。従つて、このような極めて微小角を走査することは、前述した従来のミラーによる反射方式では、その制御が極めて困難であつた。(なお、このときの受光位置におけるビームの走査量は、約 3 nm であり一応十分となる。)

- 7 -

ることによりレーザビームを走査するよりむしろこれと同等を有するものである。

次に、この発明を実施例により図面とともに説明する。

第 7 図には、この発明装置の主要部が概略的に示されている。図面において 1 は頂角 α が小さい楔状の透明なガラスまたはプラスチック製のプリズムで、前記プリズム 1 は、コーリソレノイドあるいはセーネの如き回転装置 20 の回転軸 21 に取り付けられている。第 8 図には、上記の如きプリズム 1 がレーザ発振器に取り付けられレーザビーム走査装置の一部が概略平面図により示されている。図面において 22 は自動水銀補正機構付きレーザ発振器 (He-Ne 放電 0.6 μm 赤色)、23 は前記発振器 22 のレーザビーム発射端面に設けられているコリノフ、24 は発振器 22 の上面に取り付けられているビームの方向を安定するための固定部、25 はプリズム 1 の回転装置 20 を支持するアームで、プリズム 1 はレーザ発振器 22 に対向せしめ、

- 9 -

特開 昭 55-46712 (A)

更に、長大吊橋においては、塔柱が常時移動しているため、固定の際に前述の如くミラーの揺れによつて走査面が大きく変動し、またビームの照射点から受光点までの距離が長いため、逐回既用レーザを使用しなければならぬが、前記逐回既用レーザは、その照射角を小さくする必要があり、ビーム径は前記照射角と反比例するため、例えば 1 mm まで到達するレーザ発振器のビーム径は、発振器の出口で約 20 mm となる結果、大きなミラーが必要とされる等の問題があつた。

この発明は、上述のような観点から、劣悪な使用条件下でも安定した水平走査面が得られ、微小角を精度良く走査でき、ビーム径の大きいレーザにも適用が可能で、必要とする走査量上以外に、レーザビームが存在する無数の瞬間を僅少なくすることができるレーザビームの走査偏転を提供するもので、頂角が小さい楔状の回転するプリズムを、レーザ発振器に対向してレーザビームが通過可能な如く配置し、前記プリズムの回転によつて、レーザビームとプリズムとの相対角度を求

- 8 -

めレーザ発振器 22 から発振されたレーザビームが通過可能な如く位置されている。従つて、プリズム 1 を、回転装置 20 に取り付けられた回転軸 21 の回転により、一定角毎に往復運動させると、下記に示すようにその回転角に応じてレーザビームを走査させることができる。

第 9 図は、プリズムの回転角とレーザビームの走査角との関係を示した図で、図面において、

α : プリズムの頂角、 i : 入射角 (回転角)

$\Delta\theta$: ビームの揺れ角、

i : ビームがプリズム内に入る屈折角

k : ビームがプリズムから出るときの屈折角とし、プリズムの屈折率を n とすると、基本的な式が成立する。

$$\frac{\sin i}{\sin \alpha} = n \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\frac{\sin (i + \alpha)}{\sin k} = \frac{1}{n} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\Delta\theta = k - (i + \alpha) \quad \dots \dots \dots (3)$$

上記 (1)、(2) 式より、

- 10 -

- 65 -

$$\Delta\theta = \sin^{-1}[\sin i \cdot \cos \alpha + \sqrt{n^2 - \sin^2 i} \cdot \sin \alpha] - (i + \alpha) \quad (3)$$

が成り立つ。

従つて、上記図式から、例えばプリズムの屈折率を1.6（ガラスの屈折率は一般に1.45～1.95）として、頂角 α をパラメータとし、プリズムの回転角 i に対する透過ビームの振れ角 $\Delta\theta$ を算出し、その結果を図面上に表わすと第10図の如くなる。即ち第10図において横軸はプリズムの回転角、縦軸は透過ビームの振れ角で、例えば頂角5°のプリズムを使用し、回転角が-30°から+20°の範囲内においてプリズムを回転させると、図面からプリズムを透過したビームは、入射ビームに対して2°から3.5°の間を往復することがわかる。従つて、プリズムの回転角に対する透過ビームの振れ角は、約1/50となり、例えばコナリソレノイドの回転精度を±0.1°とすると、ビームの振れ角精度は、±0.1/500°となつて、目的とする微小角を精度高く定査することができ

る。また、長大距離の如く定査装置の設置面作が

-11-

し、走査角0.4°によつてビームを走査するときの必要回転角を前記第10図から求めると、±45°となるため、必要とする走査線上にビームが存在する有効時間は、1回転に要する時間の90/360となる。従つて、モータを用い、レーザビームを微小角走査する場合には、従来のミラー方式に比べ、この発明によるプリズム方式の方が、極めて有利であることがわかる。

しかし、上記の如き本発明によるプリズム方式の場合においても、第12図のビームの走査方向を示す説明図、第13図の回転角度と光検出器出力との関係を示す図から明らかな如く、1個のプリズム19をモータ20の回転軸21に取り付けて回転せしめたのでは、入射するレーザビーム9を狭んで、左右に同等の走査面が形成されることになり、ケーブルのサグ計測等の如く、回転角の一方側のみに光点位置検出器4が設けられている場合においては、入射レーザビーム9の他方向の走査は無駄なこととなる。また、通常使用されているレーザのポロジング角度数は、電磁ノイズ

-13-

特開昭55-46712(公)

く回転軸が傾くようなとき、従来のミラー式による定査装置の場合は、第11図内示す如く、19-7の回転軸の傾き角が $\Delta\theta$ の場合において、レーザビーム9の走査面の傾き角は、前記回転軸の傾き角の2倍である2 $\Delta\theta$ となるのに対し、この発明装置によれば同図内示す如くプリズム19の回転軸の傾き角が $\Delta\theta$ においても、若干の誤位はあるが、プリズム19に入射するレーザビーム9は単純な平行移動となるため、走査面は前記回転軸の傾き $\Delta\theta$ の影響を殆んど受けないこととなる。

次に、従来のミラーあるいはこの発明装置によるプリズムを、回転軸をわりに駆動せしめる手段としては、特別の場合を除きモータによる毎速回転運動が簡便で一般的に使用されているが従来のミラーの場合には、例えば走査角を0.4°とすると、必要とする走査線上にビームが存在する有効時間は、1回転に要する時間のうち、僅か0.2/360に過ぎない。これに対し、本発明によるプリズム方式の場合には、例えば頂角1°のプリズムを使用

-12-

(50～60 Hz)および計測システム全体の応答速度を改善し、約300 Hzに上げられているため、モータの回転数は18000 r.p.m.と極めて高速となり、この点からも問題がある。

第14図および第15図は、上記のような問題点の解決を図つた本発明装置の他の実施例で、第14図は一部切欠き正四角、第15図は同じく正四角である。図面において、22は前記水銀蒸気増倍管レーザ発振器(He-Ne、0.6 μ m)、23はコリメータ、24は望遠鏡であること、前記第8図に示した実施例と同様であるが、この実施例においては、例えば3個のプリズム19a、19b、19cをモータ20の回転軸21のまわりに放射状に配設し、回転軸21によつて回転する前記複数個のプリズム19a、19b、19cに対し、順次レーザビームが透過するような構造となしたものである。

なお、上記の如き装置の場合、回転する3個のプリズム19a、19b、19cによつて、所望の如く走査を操作するため、逆動の発生する

-14-

-66-

みそれが与するが、その解決策としては、図示の如く回転するプリズム部分を真空容器26内に格納すればよい。27は前記真空容器26に設けたレーザビームを通すガラス窓、28はモータ電源用真空コネクター、29は真空ポンプ（図示せず）に接続される吸引管である。

第16図は、上記実施例の場合におけるレーザビームの走査方向を示す説明図、また第17図は回転角と光検出器出力との関係を示す図である。図面からも明らかな如く、この実施例によれば、レーザビームの走査に無駄な部分がなくなり、プリズム19が1個の場合に比べ、モータの回転数は1/3で済み、必要とする走査線上にビームが存在する有効時間を、6倍にすることができる。なお、プリズムは3個に限らず、適宜の複数個を使用し効果をあげることができる。

次に、この発明装置による効果を列挙する。

- (1) 従来不可能とされていた微小角の走査を容易に行なうことができる。
- (2) ミラー方式に比べて機械的振動に強く、安定

-15-

ため、その寸法に限界があるが、複数個のプリズムが取りつけられている装置の場合には、モータによる定速回転のため、大きなプリズムが使用でき、測量用レーザのようにビーム径が大きい場合においても問題の生ずることはない。

(3) 回転するプリズム部分を真空容器に格納することによつて、空気の摩擦による変動を抑制でき、また空気抵抗がゼロことからモータのトルクを軽減することができる。

以上説明したように、この発明の発明装置によれば、空気を無条件下においても安定した水平走査面が得られ、微小角を精度良く走査でき、ビーム径の大きいレーザにも適用が可能となり、また必要とする走査線上以外にレーザビームが存在する無駄な時間を極力少なくすることができる等、工業上優れた効果をもたらされる。

4. 図面の簡明な説明

第1図はレーザビームによる計測の状態を示す最大品名の概略正立面図、第2図はレーザビ-

-17-

特開昭55-46712(公)

した走査面を得ることができる。

特に、自動水準器付きのレーザ発振器と組み合わせて使用すれば、設置場所の傾けに関係なく水平面を形成することができる。

(4) ミラー方式がレーザの入射方向に対して直交方向に走査面が形成されるのとは比べ、この発明のプリズム方式では経度レーザの入射方向と同一方向に走査面が形成されるため、レーザ発振器に備付けられている調整部によつて、容易にビームの方向を設定することができる。

(5) 複数個のプリズムが取りつけられている装置の場合には、モータの回転数が1個のプリズムの場合に比べ数分の1となり、標準のシンクロモータで実用的なフリップインク周波数が得られ、また必要とする走査線上にビームが存在する有効時間は数倍となり、回転軸を中心として全体のバランスが取れやすく振動が軽減される。

(6) 1個のプリズムあるいはミラーの回転を促進方式では、前記プリズムあるいはミラーのイナーシャにより周波数帯域と駆動時間に制約を受ける

-16-

μの走査状態を示す説明図、第3図および第4図は従来の装置を示す概略斜視図、第5図は他の従来の装置を示す横断面図、第6図は角状走査面図、第7図はこの発明装置の主観部を示す概略斜視図、第8図はこの発明装置の一実施例を示す概略平面図、第9図および第10図はプリズムの回転角とビームの振れ角との関係を示す図、第11図は回転角の傾きの影響を示す説明図、第12図はこの発明によるビームの走査方向を示す説明図、第13図は同じく回転角と光検出器出力との関係を示す図、第14図はこの発明装置の他の実施例を示す一部切欠き正立面図、第15図は同じく平面図、第16図は前記実施例の場合のビーム走査方向を示す説明図、第17図は同じく回転角と光検出器出力との関係を示す図である。図面において、

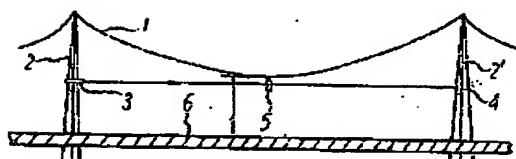
- | | |
|----------------|--------------|
| 1 ……メイトンケーブル、 | 2 ……モータ、 |
| 3 ……角光器、 | 4 ……光点位置検出器、 |
| 5 ……中間光点位置検出器、 | |
| 6 ……検出器、 | 7 ……ミラー、 |
| 8 ……軸、 | 9 ……レーザビーム、 |

-18-

-67-

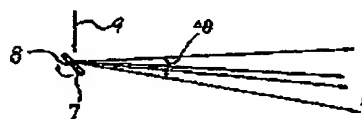
特開昭55-45712号

第1図



- 10.....マグネット、
- 11.....テンションワイヤ、
- 12.....可動コイル、13.....台座、
- 14.....平面鏡、15.....感応巻線、
- 16.....回転子、17.....永久磁石、
- 18.....固定子、19.....プリズム、
- 20.....回転巻線、21.....回転軸、
- 22.....レーザ発振器、
- 23.....コリメータ、24.....整流器、
- 25.....支持フレーム、26.....真空容器、
- 27.....ガラス窓、28.....コンタクト、
- 29.....吸引管、

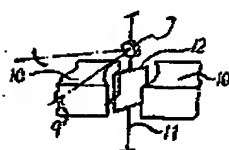
第2図



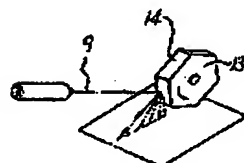
出願人 日本鋼管株式会社
代理人 堀谷 幸雄 他1名

-19-

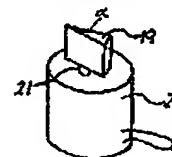
第3図



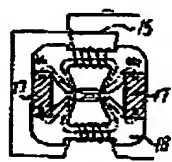
第4図



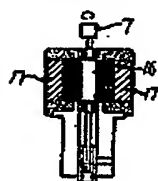
第7図



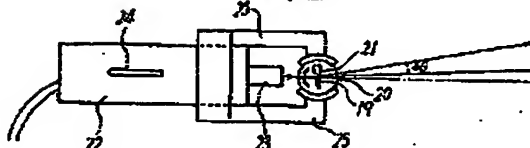
第5図



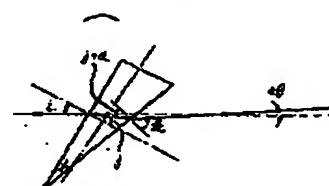
第6図



第8図

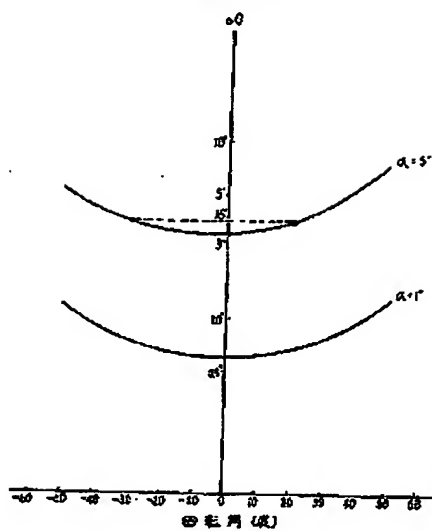


第9図



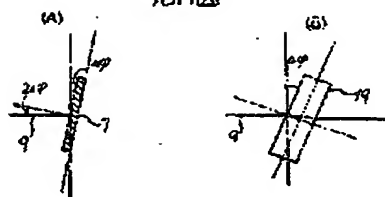
-68-

第10图

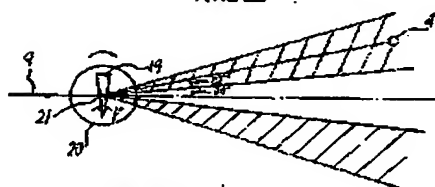


第11图

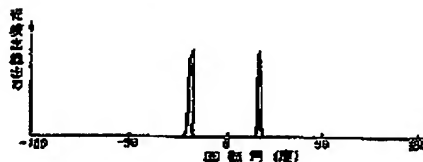
专利 55-467122



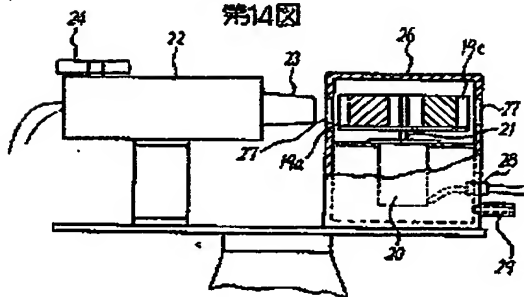
第12图



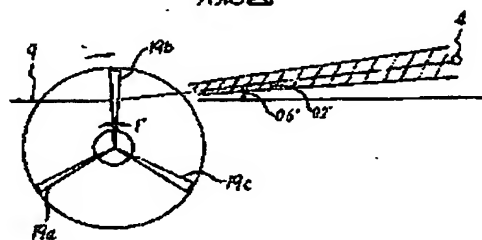
第13图



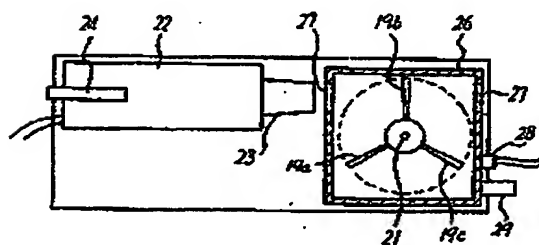
第14图



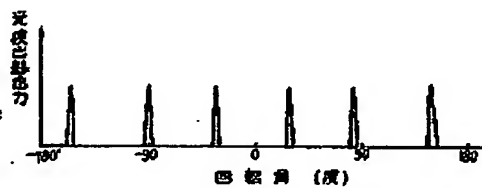
第16图



第15图



第17图



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.